

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

GIZELE ROSALEM

RESISTÊNCIA BIOLÓGICA DA MADEIRA DE TECA (*Tectona grandis*)
A FUNGOS XILÓFAGOS

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO
2015

GIZELE ROSALEM

RESISTÊNCIA BIOLÓGICA DA MADEIRA DE TECA (*Tectona grandis*)
A FUNGOS XILÓFAGOS

Monografia apresentada ao
Departamento de Ciências
Florestais e da Madeira da
Universidade Federal do Espírito
Santo, como requisito parcial para
obtenção do título de Engenheira
Florestal.

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO
2015

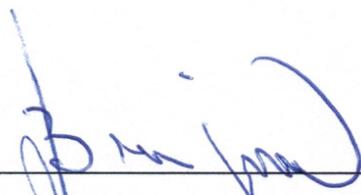
GIZELE ROSALEM

RESISTÊNCIA BIOLÓGICA DA MADEIRA DE TECA (*Tectona grandis*) A FUNGOS XILÓFAGOS

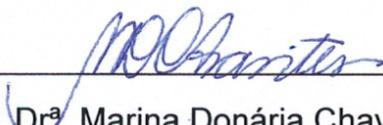
Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Florestal.

Aprovada em 25 de novembro de 2015.

COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. Juarez Benigno Paes
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador



Profª. Drª. Marina Donária Chaves Arantes
Universidade Federal do Espírito Santo



M. Sc. Victor Fassina Brocco
Universidade Federal do Espírito Santo

Dedico este trabalho aos meus pais Jaucir e Maria, meus irmãos Jaucir e Joziele pelo apoio, carinho, compreensão e confiança.

"Determinação, coragem e autoconfiança são fatores decisivos para o sucesso. Se estamos possuídos por uma inabalável determinação conseguiremos superá-los. Independentemente das circunstâncias, devemos ser sempre humildes, recatados e despidos de orgulho."

Dalai Lama

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela força, coragem e sabedoria durante esta longa caminhada.

Aos meus pais e irmãos, que foram meus maiores exemplos de amor, luta, determinação, dedicação e que não mediram esforços para que eu pudesse concluir esta etapa.

Ao meu namorado, que mesmo com a distância, sempre esteve ao meu lado com palavras de conforto, carinho, acreditando no meu potencial e principalmente por ser paciente nas inúmeras crises de desesperos, dizendo que tudo iria dar certo.

Aos meus amigos, que estiveram comigo nas inúmeras madrugadas de estudos, no desespero das semanas de provas, nos momentos de alegria, descontração, mas também nos de tristeza. Todos serão lembrados para sempre, como exemplos de amizade verdadeira.

As minhas companheiras de república, que me aguentaram nesses últimos meses, na maioria das vezes só reclamando, chorando e estressada o tempo inteiro.

Ao Professor Dr. Juarez Benigno Paes e ao doutorando Victor pela disponibilidade, orientação e conselhos.

A Professora Dr^a. Marina Donária Chaves Arantes e ao Victor Fassina Brocco pela disponibilidade de fazer parte da banca examinadora.

Aos professores da Universidade Federal do Espírito Santo que contribuíram para minha formação acadêmica.

E a todos que direta ou indiretamente colaboraram para realização deste trabalho.

RESUMO

A madeira de teca vem se destacando no setor florestal por possuir boas características físicas, químicas e mecânicas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência biológica da madeira de *Tectona grandis* L.f., em duas idades e três posições no cerne a fungos xilófagos. Para isso, foram realizados ensaios de resistência a fungos de podridão branca e parda, em que as amostras possuíam dimensões de 2,5 x 2,5 x 0,9 cm, nas posições interna, intermediária e externa do cerne; em duas idades distintas; com 10 repetições cada; totalizando 240 corpos de prova. Foi avaliada a perda de massa e a interação entre as idades e posições do cerne para 4 tipos de fungos, por meio de um delineamento fatorial 2 x 3, e posteriormente realizada a análise de variância, que verificou a diferença entre os tratamentos e teste de Tukey para comparação das médias. Com exceção do fungo *Trametes versicolor*, todos os demais tiveram interação significativa e a maior perda de massa foi para o *Gloeophyllum trabeum*. De modo geral, que a madeira de 10 anos foi menos resistente que a de 20 anos. Para a idade de 10 anos, o cerne externo apresentou menor perda de massa e o intermediário a maior, exceto para o fungo *Postia placenta*. Já no lenho de 20 anos não houve diferença significativa entre as posições testadas.

Palavras-chave: madeira, resistência biológica, idades, fungos.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 Objetivos gerais	2
1.1.2 Objetivos específicos	2
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 <i>Tectona grandis</i> (L. f.) e sua importância	3
2.2 Resistência biológica da madeira.....	5
2.3 Fungos xilófagos.....	6
3. METODOLOGIA.....	7
4. RESULTADOS DA PESQUISA.....	10
5. CONCLUSÕES	14
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classe de resistência da madeira a organismos xilófagos.	8
Tabela 2 - Valores médios de perda de massa e classe de resistência das madeiras de teca com 10 e 20 anos aos fungos testados.	9
Tabela 3 - Médias da perda de massa das madeiras de teca em função dos fungos, idades e posições do cerne.	10

1. INTRODUÇÃO

O setor florestal é importante para o país, uma vez que é crescente a utilização da madeira como fonte de matéria-prima para diversos produtos e serviços. Sendo, segundo os dados da Indústria Brasileira de Árvores – IBÁ (2015), responsável por 1,1% de toda a riqueza produzida pelo País e 5,5% do Produto Interno Bruto, empregando uma parte considerável da população e contribuindo com a balança comercial do Brasil, em decorrência das exportações.

Toda madeira possui certo nível de resistência biológica, que a faz suportar ou não os ataques de agentes deterioradores, no entanto, essa característica varia entre e dentro das espécies, e até mesmo em um indivíduo em função de sua genética, idade, posição no tronco e condições de adaptação ao ambiente (BOTELHO et al., 2000; PAES et al., 2009). A quantidade e tipo de extrativos influenciam na resistência natural, além disso, eles atuam também na cor, odor, permeabilidade e densidade do lenho (PETTERSEN, 1984).

A espécie de teca (*Tectona grandis* L. f.) vem se destacando por possuir um crescimento rápido, sendo assim utilizada para o reflorestamento e também é valorizada em função de suas propriedades físicas como densidade, estabilidade dimensional e mecânica como resistência à flexão, contração, tração e por possuir alta durabilidade natural (RAMOS et al., 2009).

Os fungos são exemplos de xilófagos que podem causar danos à madeira que vão desde manchas e bolores, passando por apodrecimentos parciais ou totais da madeira, trazendo assim efeito negativo e danos econômicos.

O entendimento sobre a resistência a deterioração, suas variações e suas restrições quanto ao uso da teca é de importância por oferecer informações a respeito da utilização da madeira como fonte de matéria-prima para diferentes produtos e colocando-as em condições variadas de exposição a agentes biodeterioradores.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivos gerais

Avaliar a resistência biológica da madeira de *Tectona grandis* L.f. em diferentes idades e posições no cerne a fungos xilófagos.

1.1.2 Objetivos específicos

Realizar ensaio com fungos xilófagos para verificar a diferença de resistência biológica entre as posições do cerne e idades da planta.

Verificar qual dos fungos testados possui maior poder de degradação na madeira testada.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Tectona grandis* (L. f.) e sua importância

Segundo o Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais - IPEF (2003) e Pandey et al., (2000), a teca é uma espécie Asiática, da família Verbenaceae, caracterizada como árvore de grande porte, caducifólia, com troco de casca grossa, copa redonda, fuste cilíndrico e com folhas de disposição oposta a verticilar, medindo de 30 a 60 cm. Suas flores são pequenas, de coloração branco-amarelada e com disposição em panículas de até 40 x 35 cm; seu fruto é do tipo drupa de coloração marrom, com diâmetro de 1 cm; a mesma pode alcançar até 45 metros de altura e 100 cm de diâmetro. O alburno possui coloração clara, e o cerne marrom brilhante. A madeira possui densidade média de $0,65 \text{ g m}^{-3}$, mas boa resistência à compressão, tração e flexão, praticamente não empena e pouco se contrai durante a secagem.

Segundo Weaver (1993), a espécie adapta-se a uma variabilidade de climas, mas seu desenvolvimento é superior nas regiões tropicais úmidas com uma alta incidência de luz, uma vez que não tolera sombra, locais com temperaturas baixas e ocorrência de geadas, relevos acidentados, solos pouco drenados e com altitudes elevadas.

O cultivo da teca iniciou-se no século XVIII pelos britânicos que necessitavam de madeira na utilização da construção naval e permanece, sendo responsável por uma área mundial plantada superior a 3 milhões de hectares, em países asiáticos e tropicais. No Brasil a espécie foi introduzida em 1968 na região do Mato Grosso pela empresa Cáceres Florestal S.A., que tinha como objetivo incentivar o reflorestamento regional com diferentes espécies madeireiras. Esta espécie florestal se destacou pelo seu rápido crescimento e vem sendo utilizada na recuperação de áreas degradadas, além de contribuir para o desenvolvimento econômico e sustentável de diversas regiões (IPEF, 2003).

A madeira de teca vem sendo utilizada no Brasil para reflorestamento e como opção de investimento, uma vez que a produção mundial de $3 \text{ milhões de m}^3 \text{ ano}^{-1}$ é considerada baixa para a demanda atual. Com esse desequilíbrio de oferta e procura ocorreu uma valorização da mesma e até o ano de 2008 o metro cubico era

comercializado entre US\$ 400 a US\$ 3000 dependendo da sua qualidade (CI Florestas, 2008).

Além disso, a espécie possui uma boa durabilidade e trabalhabilidade; sendo conhecida e utilizada na construção naval por resistir a organismos xilófagos, ao frio, sol e água do mar e por não ser escorregadia quando molhada; também é utilizada por indústrias moveleiras para produção de peças sofisticadas (GOMES, 2002).

2.2 Resistência biológica da madeira

A resistência biológica é promovida pelos extrativos encontrados no lenho como taninos e outras substâncias fenólicas, que podem ser tóxicas ou repelentes aos organismos xilófagos (HUNT; GARRATT, 1967; FINDLAY, 1985). Além de contribuírem na dificuldade de deterioração, esses componentes podem influenciar na cor, odor, permeabilidade, densidade e dureza do lenho (PETTERSEN, 1984). Esta resistência é a capacidade que uma madeira tem de suportar a ação de agentes deterioradores, sem que tenha sido realizado um tratamento preservativo na mesma (PAES, 2002).

Estudos realizados por Scheffer (1973) e Panshin e De Zeeuw (1980) afirmaram que árvores de crescimento rápido tendem a ter uma menor resistência natural do que as de desenvolvimento mais lento e em geral existe diferença na madeira entre cerne e alburno bem destacadas. Ainda, segundo estudos realizados por Moya e Berrocal (2010) e Santos (2010), as plantas mais jovens possuem menor resistência ao ataque dos organismos xilófagos em decorrência da maior quantidade de alburno presente na mesma e de madeira juvenil, que é menos resistente que a adulta.

A relação cerne: alburno varia entre as espécies e até mesmo em uma mesma árvore, de acordo com a idade, tipo de solo e variação climática. Na maioria das espécies a região proveniente do cerne interno, que é formando quando a planta ainda é jovem, possui uma resistência menor do que a madeira do cerne externo (PANSHIN; DE ZEEUW, 1980). Porém, segundo Findlay (1985), nem todas as espécies apresentam esse comportamento, uma vez que madeiras mais resistentes possui uma resistência equivalente entre o cerne interno e externo, sendo alburno mais suscetível a deterioração.

Por meio do conhecimento da resistência natural da madeira pode-se definir o uso apropriado da mesma, reduzindo os custos e evitando a substituição prematura de componentes da construção, além de contribuir com a diminuição dos impactos ambientais por permitir o menor corte de madeira, principalmente as provenientes de florestas naturais.

2.3 Fungos xilófagos

Os organismos que atacam a madeira são conhecidos como xilófagos, eles variam entre bactérias, insetos, organismos marinhos e fungos, sendo este um dos principais causadores de prejuízos nas mesmas, em especial quando as estruturas estão em contato com o solo e condições favoráveis para seu aparecimento, como teor de umidade (30 – 60%), temperatura (22 - 30°C) e pH (2 - 7) (TEXEIRA et al., 1997).

Segundo Clausen (2010), os fungos podem ser classificados em três grupos principais em decorrência de sua forma de ataque, sendo eles os emboloradores, manchadores e apodrecedores. Os emboloradores e machadores causam apenas manchas, ocorrendo uma mudança superficial e estética, consumindo apenas substâncias de reservas, geralmente do alburno, sem modificar as propriedades mecânicas da madeira (OLIVEIRA et al. 1986).

Os apodrecedores são aqueles que degradam toda a parede celular, modificando suas características físicas e mecânicas e gerando um apodrecimento, que pode ser classificado em podridão mole, branca ou parda. Os causadores da podridão mole ocorrem na camada superficial, por meio da perda da parede celular, deixando a madeira com aspecto esponjoso. O ataque de fungos de podridão branca provoca perda da cor natural e o lenho fica com aspecto fibroso, em função da degradação da lignina e também da holocelulose. Já na podridão parda ocorre ataque na celulose e polioses, sem alterações pronunciadas na lignina, gerando uma coloração parda ou marrom na madeira (OLIVEIRA et al., 1986; LOFERSKI, 2001; BOWYER et al., 2003; MESQUITA et al., 2006; FPL, 2010).

Segundo Paes et al. (2005), para a avaliação da resistência natural da madeira a fungos, deve-se realizar testes acelerados em laboratórios, em que corpos de provas são colocados em contato com organismos xilófagos. Tal avaliação é importante, uma vez que esses organismos são responsáveis pelas perdas que ocorrem nas estruturas da madeira, e assim, sabe-se o comportamento da mesma a estes organismos, podendo assim evitar a substituição antecipada de peças da mesma.

3. METODOLOGIA

A teca (*Tectona grandis* L. f.) coletada foi de duas idades distintas, sendo estas de 10 e 20 anos; os corpos de prova foram confeccionados a partir do cerne, nas posições interna, intermediária e externa; submetidos a quatro tipos de fungos, *Postia placenta*, *Trametes versicolor*, *Gloeophyllum trabeum* e *Polyporus fumosus*; com 10 repetições cada.

As árvores com idade de 10 anos foi coletada no município de Sooretama, região norte do estado do Espírito Santo, nas coordenadas de 19° 08' 41" de latitude Sul e 40° 06' 17" de longitude Oeste. O local possui altitude média de 50 metros com precipitação anual média em torno de 1.200 mm, e o solo predominante é de tabuleiro do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico arenoso (FERRÃO et al., 2000).

As plantas de 20 anos foram obtidas do plantio da empresa florestal Celulose Nipo Brasileira S.A. – CENIBRA, localizada em Belo Oriente estado de Minas Gerais, na região do Vale do Rio Doce, com as coordenadas de 19° 15' 00" de latitude Sul e 42° 22' 30" de longitude Oeste. É uma região que está entre 200 a 1000 metros de altitude, com precipitação anual em torno de 1.163 mm e com predominância de solo do tipo Latossolo Vermelho- Amarelo (LIMA et al., 2008).

Após o corte e seccionamento dos troncos, os mesmos foram encaminhados para o Laboratório de Usinagem e Beneficiamento da Madeira (LUMBER), localizado no Departamento de Ciências Florestais e da Madeira (DCFM), Centro de Ciências Agrárias (CCA), da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em Jerônimo Monteiro, estado do Espírito Santo, onde foram desdobrados em pranchas, retirado o alburno e confeccionados corpos de prova divididos em três posições distintas no cerne (interna, intermediária e externa) de ambas as idades. As madeiras utilizadas no experimento, independente das idades, eram livres de defeitos e foram coletadas a primeira tora de 5 árvores, com aproximadamente 2,50 metros de comprimento cada.

Para realização do ensaio de resistência a fungos de podridão branca e parda, as amostras foram confeccionadas nas dimensões de 2,5 x 2,5 x 0,9 cm (radial x tangencial x longitudinal), nas posições interna, intermediária e externa do cerne, das duas idades, com dez repetições cada; totalizando 240 corpos de prova.

As amostras foram secas em estufa de circulação de ar durante 72 horas (massa constante), colocadas no dessecador por 15 minutos, pesadas para obtenção da massa seca inicial e em seguida esterilizadas em autoclave mantida a 121 °C e 1,2 kPa por aproximadamente 30 min, para que fossem esterilizadas, antes de serem expostos aos fungos.

Para o ensaio segundo a *American Society for Testing and Materials – ASTM D – 2017 (2008)*, foram utilizados frascos de 600 mL preenchidos com solos com capacidade de retenção de água de 25,71% e pH de 7,2. Ajustou-se a umidade do solo para 130% como estabelece a norma citada, pelo acréscimo de 114 mL de água destilada, em seguida foram adicionados dois alimentadores de madeira de *Pinus* sp. em cada frasco e esterilizados em autoclave sob as mesmas condições descritas anteriormente. Após o resfriamento dos frascos, os fungos repicados de culturas puras foram inoculados nos alimentadores para desenvolvimento e colonização dos mesmos no solo. No experimento foram empregados os fungos *Trametes versicolor* e *Polyporus fumosus* (podridão branca) e *Gloeophyllum trabeum* e *Postia placenta* (podridão parda).

Após o desenvolvimento dos fungos nos alimentadores e início de sua colonização no solo, foram adicionados os corpos de prova à razão de duas amostras por frasco, com 10 repetições de cada posições no cerne e das duas idades distintas.

Os frascos foram mantidos em ambiente climatizado ($25 \pm 2^\circ\text{C}$ e $65 \pm 5\%$ de umidade relativa) durante 12 semanas. Após esse período, os corpos de prova foram retirados e os micélios aderidos aos mesmos foram removidos com escovas de cerdas macias e levados à estufa por 72 horas (massa constante); e novamente pesados para obtenção da massa seca final. Pela diferença dos valores das massas, final e inicial obteve-se a perda de massa que foi avaliada e comparada com os valores da Tabela 1, segundo os critérios estipulados pela ASTM D – 2017 (2008).

Para a análise e avaliação dos resultados foi realizado um delineamento fatorial (2 x 3), sendo a idade com dois níveis e a posição na madeira com três. Na análise da variância, houve a necessidade da transformação dos dados para homogeneizar as variâncias e normalizar os dados (testes de Cochran e Bartlett e Lilliefors, respectivamente), portanto a perda de massa em percentagem foi

transformada como sugeriu Steel e Torrie (1980), em $\arcsen \left[\sqrt{\frac{\text{perda de massa \%}}{100}} \right]$. Para fatores e interações detectadas como significativos pelo teste F, foi utilizado o teste de Tukey ($\leq 0,05$) para comparação das médias.

Tabela 1 - Classe de resistência da madeira a organismos xilófagos

Classe de Resistência	Perda de Massa (%)	Massa Residual (%)
Altamente Resistente (AR)	0-10	90-100
Resistente (R)	11-24	76-89
Moderadamente Resistente (MR)	25-44	56-75
Não Resistente (NR)	≥ 45	≤ 55

Fonte: ASTM D – 2017 (2008).

4. RESULTADOS DA PESQUISA

Na avaliação da classe de resistência das madeiras, ao considerar a média da resistência entre as posições do cerne aos fungos testados (Tabela 2) notou-se, que o lenho de teca com idade de 10 anos foi altamente resistente ao apodrecimento, com exceção do ataque de *Gloeophyllum trabeum* em que o mesmo foi classificado como resistente (ASTM D – 2017, 2008). Para este caso, o *Postia placenta* teve a menor capacidade de deterioração, e para o material de 20 anos notou-se o mesmo comportamento anterior, sendo o *Polyporus fumosus* aquele que teve a menor capacidade de degradação. Tendência semelhante foi encontrado por Paes et al. (2007), em que a madeira de teca foi altamente resistente nas três posições distintas do cerne para os fungos *Polyporus fumosus* e *Postia placenta*, mas com resistência moderada no alburno.

Tabela 2 - Valores médios de perda de massa e classe de resistência das madeiras de teca com 10 e 20 anos aos fungos testados.

Fungo	Média Perda de Massa (%)		Classe de Resistência
	Idade das Árvores (Anos)		
	10	20	
<i>Postia placenta</i>	2,21	2,91	AR
<i>Trametes versicolor</i>	7,18	3,43	AR
<i>Gloeophyllum trabeum</i>	12,21	13,93	R
<i>Polyporus fumosus</i>	3,89	1,75	AR

AR – Altamente Resistente; R – Resistente (ASTM – D 2017, 2008).

O mesmo foi comprovado por Clausen (2010), que classificou o cerne da madeira de teca como altamente resistente a fungos; tal implicação tem importância principalmente para o cerne externo, que por possuir propriedades físicas e mecânicas elevadas, tem maior valor comercial.

Ao avaliar os resultados da perda de massa nas diferentes idades e posições do cerne, a análise de variância indicou diferença significativa para a interação entre idade e posição para todos os fungos testados, com exceção do *Trametes versicolor* em que apenas os fatores idade e posição indicaram diferença significativa; possibilitando a realização do teste de Tukey para comparar as médias.

Ao analisar os valores médios da perda de massa das madeiras para cada idade e fungo testado (Tabela 3), notou-se que para o *Postia placenta* a maior deterioração foi observada na posição do cerne intermediário para o material proveniente das árvores de 10 anos, enquanto para as posições interna e externa não houve diferença significativa entre elas. O mesmo resultado foi observado por Paes et al. (2007), em que a madeira de teca foi altamente resistente nas três posições de cerne testadas para os fungos *Postia placenta* e *Polyporus fumosus*, e com maior perda de massa para o *Postia placenta*.

Tabela 3 - Médias da perda de massa das madeiras de teca em função dos fungos, idades e posições do cerne.

<i>Postia placenta</i>			
Idade	Perda de massa (%) para cada posição no cerne		
	Interno	Intermediário	Externo
10 anos	1,46 Bb	3,62 Aa	1,56 Ba
20 anos	3,63 Aa	2,69 Aa	2,42 Aa

<i>Trametes versicolor</i>			
Idade	Perda de massa (%)	Posição do cerne	Perda de massa (%)
10 anos	7,18 a	Interno	5,23 b
		Intermediário	6,41 a
20 anos	3,43 b	Externo	4,29 c

<i>Gloeophyllum trabeum</i>			
Idade	Perda de massa (%) para cada posição no cerne		
	Interno	Intermediário	Externo
10 anos	13,18 Aa	13,85 Aa	9,60 Bb
20 anos	15,48 Aa	12,57 Aa	13,75 Aa

<i>Polyporus fumosus</i>			
Idade	Perda de massa (%) para cada posição no cerne		
	Interno	Intermediário	Externo
10 anos	2,98 Ba	6,56 Aa	2,12 Ba
20 anos	1,72 Aa	1,80 Ab	2,51 Aa

As médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na horizontal ou minúscula na vertical, para cada fungo avaliado, não diferem estatisticamente entre si (Tukey, $p > 0,05$).

Na madeira com idade de 20 anos, apesar dos valores numéricos serem distintos, não ocorreu diferença significativa entre as idades testadas. Na comparação entre as idades, o cerne interno na idade de 20 anos foi o que teve maior perda de massa, e nas demais posições não houve diferença significativa entre as idades testadas.

Na avaliação da perda de massa causada pelo fungo *Trametes versicolor*, não ocorreu diferença significativa entre a interação idade e posição, porém o efeito dos fatores isoladamente foi significativo. Sendo assim, para a madeira com idade de 10 anos ocorreu uma maior perda de massa quando comparado a idade de 20 anos (Tabela 3). Com relação às posições do cerne, notou-se que no intermediário houve uma perda de massa maior quando comparado ao interno e menor para o cerne externo. Findlay (1985) afirmou que as regiões externas do cerne apresentam maior resistência a organismos xilófagos, porém a porção interna (próxima à medula) possui uma menor resistência, em decorrência de perda de eficiência dos extrativos ao longo do tempo.

No entanto isso não ocorreu para este fungo, uma vez que a posição menos resistente foi o cerne intermediário. Com relação a posição mais resistente, o mesmo foi comprovado em estudos realizados por Bhat et al. (2005), em que o cerne externo foi o menos deteriorado tanto para fungos de podridão parda quanto para o de podridão branca.

Nos valores médios da perda de massa para o fungo *Gloeophyllum trabeum* (Tabela 3) a madeira de 10 anos no cerne externo, teve uma maior resistência e não ocorreu diferença significativa entre as demais posições. No lenho de 20 anos, também não houve diferença significativa entre as posições testadas. O mesmo é válido na análise da perda de massa na comparação em relação à idade, em que o cerne externo obteve uma menor perda na idade de 10 anos e não houve diferença significativa nas demais posições testadas em relação à idade.

Apesar de não ocorrer diferença significativa entre as posições para a madeira de 20 anos, este fungo foi o que mais deteriorou a madeira, confirmando que a teca possui uma resistência biológica menor para este fungo. Resultado semelhante foi observado por Brocco (2014), em que o cerne da madeira de 20 anos teve maior perda de massa para o mesmo fungo, no entanto este mesmo autor não realizou comparações entre as posições e idade das madeiras.

Na avaliação dos valores médios da perda de massa do fungo *Polyporus fumosus* (Tabela 3), com relação as posições, a madeira de 10 anos teve uma maior perda de massa para a posição intermediária e nas demais não houve diferença significativa. Na idade de 20 anos nenhuma das posições testadas diferiram entre si. Na comparação entre as idades, o cerne intermediário teve menor perda de massa na idade de 20 anos e nas demais posições não ocorreu diferença significativa entre as idades testadas.

Motta et al. (2013) ao estudarem a resistência natural da madeira teca em ensaio de laboratório, verificaram que o cerne nas posições interna, intermediária e externa, possuem alta resistência aos fungos *Postia placenta*, *Neolentinus lepideus*, *Polyporus fumosus*, e que o *Postia placenta* e o *Polyporus fumosus* foram mais agressivos ao lenho. Estes, no entanto, foram os menos invasivos no presente trabalho, como pode ser observado (Tabela 2).

Estudos realizados por Bhat et al. (2005) que testaram a durabilidade da madeira de teca a fungos de podridão parda e branca, afirmaram que a resistência biológica da madeira depende da espécie de fungo, da posição da mesma no fuste e da interação entre eles. Para maioria dos casos, a posição do cerne externo foi mais resistente do que as posições interna e intermediária, isso ocorre ao longo dos anos, visto que os extrativos perdem a eficiência e são convertidos em compostos de menor toxicidade à medida que a árvore adquire maior idade (FINDLAY, 1985; OLIVEIRA et al., 1986).

5. CONCLUSÕES

Para ambas as idades, a madeira de teca apresentou menor resistência ao fungo *Gloeophyllum trabeum*.

Para a madeira de 10 anos o cerne externo apresentou maior resistência e o intermediário a menor, com exceção do fungo *Postia placenta*. E para o lenho de 20 anos não houve diferença significativa entre as posições testadas.

De modo geral, a madeira com idade de 10 anos foi menos resistente do que a de 20 anos, principalmente para o *Trametes versicolor*; para os demais fungos essa diferença foi pouco expressiva.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D-2017**: standard method of accelerated laboratory test of natural decay resistance of woods. Annual Book of ASTM Standard, Philadelphia, 2008, 5p.

BHAT, K. M.; THULASIDAS, P. K.; MARIA FLORENCE, E. J.; JAYARAMAN, K. Wood durability of home-garden teak against brown-rot and white-rot fungi. Springer-Verlag. **Trees – Struct Func**, v.19, p.654-660, 2005.

BOTELHO, G. M. L.; SANTANA, M. A. E.; ALVES, M. V.S. Caracterização química, durabilidade natural e tratabilidade da madeira de seis espécies de eucalyptos plantadas no Distrito Federal. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 115-121, 2000.

BOWYER, J. L.; SHMULSKY, R.; HAYGREEN, J. G. **Forest products and wood science**: an introduction. 4. ed. Iowa: Blackwell, 2003. 459 p.

BROCCO, V. F. **Potencialidades dos extrativos do cerne da madeira de teca como preservativo natural e sua influência na cor de madeiras claras**. 2014. 86f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2014.

CENTRO DE INTELIGÊNCIA EM FLORESTAS – CI Florestas. Viçosa, 2008. Disponível em <<http://www.ciflorestas.com.br/texto.php?p=teca>>. Acesso em: 3 de jun. 2015.

CLAUSEN, C. A. Biodeterioration of wood. In: **Wood handbook**: wood as an engineering material. 100.ed. Madison: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, cap. 14, 2010.

FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. Cultivares de *Coffea arabica* para as regiões baixas, quentes, tecnificadas e irrigadas do Estado do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: Embrapa Café/MINASPLAN, 2000. Cd-Rom.

FINDLAY, W.P.K. The nature and durability of wood. In: FINDLAY, W.P.K. (Ed). **Preservation of timber in the tropics**. Dordrecht: Martinus Nijhoff/ Dr. W. Junk Publishers, 1985. p.1-13.

GOMES, J. E. **Desenvolvimento inicial de *Tectona grandis* L. f (teca) em área de cerrado sob diferentes espaçamentos**. 2002. 76f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

HUNT, M. G.; GARRAT, G. A. **Wood preservation**. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 1967. 433 p.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – IBÁ. Brasília: Studio 113. 80 p. Disponível em: < http://www.iba.org/images/shared/iba_2015.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2015.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTUDOS FLORESTAIS, IPEF. ***Tectona grandis* (teca)**, 2003. Disponível em: < <http://www.ipef.br/identificacao/tectona.grandis.asp> >. Acesso em: 8 ago. 2015.

LIMA, A. M. N.; SILVA, I. R.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; MENDONÇA, E. S.; DEMOLINARI, M. S. M.; LEITE, F. P. Frações da matéria orgânica do solo após três décadas de cultivo de eucalipto no Vale do Rio Doce – MG. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 1053-1063, 2008.

LIMA, I. L.; FLORSHEIM, S. M. B.; LONGUI, E. L. Influência do espaçamento em algumas propriedades físicas da madeira de *Tectona grandis* Linn. **Cerne**, Lavras, v. 15, n. 2, p. 244-250, 2009.

LOFERSKI, J. R. Technologies for wood preservation in historic preservation. **Archives and Museum Informatics**, Dordrecht, v. 13, n. 3-4, p. 273-290, 2001.

MESQUITA, J. B.; LIMA, J. T.; TRUGUILHO, P. F. Micobiota associada à madeira serrada de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden durante a secagem ao ar livre. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 1, p. 45-50, 2006.

MOTTA, J. P.; OLIVEIRA, J. T. S.; PAES, J. B.; ALVES, R. C.; DAMBROZ, G. B. V. Resistência natural da madeira de *Tectona grandis* em ensaio de laboratório. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n.8, p.1393-1398, 2013.

MOYA, R.; BERROCAL, A. Wood colour variation in sapwood and heartwood of young trees of *Tectona grandis* and its relationship with plantation characteristics, site, and decay resistance. **Annals of Forest Science**, Les Ulis, v. 67, n. 1, p. 109-118, 2010.

OLIVEIRA, A. M. F.; LELIS, A. T.; LEPAGE, E. S.; CARBALLERA LOPEZ, G. A.; OLIVEIRA, L. C. S.; CANEDO, M. D.; MILANO, S. Agentes destruidores da madeira. In: LEPAGE, E. S. (Coord.). **Manual de preservação de madeiras**. 2. ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1986, p. 99-256.

PAES, J. B. Resistência natural da madeira de *Corymbia maculata* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson a fungos e cupins xilófagos, em condições de laboratório. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 761-767, 2002.

PAES, J. B.; MORAIS, V. M.; LIMA, C. R. Resistência natural de nove espécies de madeiras do semi-árido brasileiro a fungos causadores da podridão-mole. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 365-371, 2005.

PAES, J.B.; MELO, R. R.; LIMA, C. R. Resistência natural de madeiras a fungos xilófago em condições de laboratório. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n.47, p.199-210, 2007.

PAES, J. B.; MORAIS, V. M.; LIMA, C. R.; SANTOS, G. J. C. Resistência natural de nove madeiras do semi-árido brasileiro a fungos xilófagos em simulares de campo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 511-520, 2009.

PANDEY, D.; BROWN, C. La teak: una visión global. **Revista Internacional de Silvicultura e Industrias Forestales**. Rome, v. 51, n. 2, p. 3-13, 2000.

PANSHIN, A. J.; De ZEEUW, C. **Textbook of wood technology**. 4. ed. New York: McGraw-Will, 1980. 722p.

PETTERSEN, R. C. Chemical composition of wood. In: ROWELL, R. (Ed.). **The chemistry of solid wood**. Washington: American Chemical Society, 1984. p. 54-126.

RAMOS, A. A., GNOATTO, F., SAMONEK, E. Investimento em tecnologia garante crescimento. **Revista da Madeira**, Curitiba, v. 19, n. 118, p. 64-67, 2009.

SANTOS, L.L. **Caracterização tecnológica da madeira juvenil de *Tectona grandis* L.f. visando a produção de móveis**. 2010. 37f. Monografia (Engenharia Industrial Madeireira) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2010.

SCHEFFER, T. C. Microbiological deterioration and its casual organisms. In: NICHOLAS, D. D. (Ed.). **Wood deterioration and its prevention treatments: degradation and protection of wood**. Syracuse: Syracuse University, 1973. v. 2, p. 31-106.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistic: a biometrical approach**. 2. ed. New York: Mc Graw-Hill, 1980. 633p.

TEXEIRA, D. E.; COSTA, A. F.; SANTANA, M. A. E. Aglomerado de bagaço de cana-de-açúcar: resistência natural aos apodrecedores. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 52, p. 29-34, 1997.

WEAVER, P. L. ***Tectona grandis* Linn f. teak**. New Orleans: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, 1993. 18p.